

# **A relação entre as características antropométricas e o rendimento desportivo em jovens nadadores**

**Renata Gomes Pinheiro Loupo**

Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em

**Ciências do Desporto**

(2º ciclo de estudos)

Orientador: Prof. Doutor Daniel Almeida Marinho

Coorientador: Prof. Doutor Ricardo Manuel Pires Ferraz

**Outubro de 2020**



# Dedicatória

À minha família, em especial meu filho, que hoje é o meu maior incentivador.

*“Me movo como educador, porque, primeiro, me movo como gente.”* Paulo Freire



# Agradecimentos

A Deus pela força e coragem durante todo esse processo

A efetivação desse trabalho, que em alguns momentos pareceu impossível, e todo meu período no mestrado, que foi único e de muito aprendizado, com todas as dificuldades tive uma rede de apoio incontestável e que nunca deixaram eu desanimar, apesar da saudade do meu lar que foi avassaladora pude viver um sonho, conheci pessoas que hoje são importantíssimas em minha vida e o fato de poder vivenciar uma nova cultura, novos costumes, não tem preço. Obrigada Portugal, obrigada UBI, por me dar essa oportunidade, serei sempre grata.

Um agradecimento especial ao meu orientador Professor Doutor Daniel Almeida Marinho que me deu todo aparato científico para a efetivação desse trabalho, por me incentivar quando achava que não iria conseguir assimilar minha nova vida como mãe e a elaboração da dissertação. Muito obrigada pela paciência, trocas de ideias e estímulo. Obrigada por contribuir a arrematar mais uma fase da minha vida. Agradeço também ao Professor Ricardo Ferraz por todo o apoio na concretização deste trabalho.

A toda minha família, avós, tios(as), primos(as), sobrinhos, cunhado(a) e sogra, especialmente um grande agradecimento aos meus pais Raupph e Blima, a minha madrastra Elça que sempre depositaram muita confiança em mim e com muito amor e apoio, não mediram esforços para que eu chegasse até esta etapa de minha vida. Vocês são minha base, muito obrigada por toda dedicação e cuidado. É muito bom saber que nunca estaria só nessa caminhada.

Agradecer ao meu parceiro de vida, meu esposo Eduardo, por sempre fazermos as decisões juntos, sempre dando suporte um para o outro, buscando sempre o melhor para nós. Nessa trajetória vimos o quanto somos fortes juntos, sem você nada teria dado certo. Obrigada por sempre achar que eu poderia ir além.

Não poderia de agradecer ao meu tio, Tarcísio Alves Gomes, que não mediu esforços para me apoiar e incentivarem momentos mais difíceis, que fez de sua casa, por alguns momentos, nosso lar. Serei eternamente grata, muito obrigada por tudo, sua dedicação, empenho e apoio foram essenciais nessa jornada.

Agradeço todos os meus amigos de curso, o acolhimento, as trocas de informações e a ajuda diária foram essenciais. Em especial ao meu amigo Ricardo Carvalho pelo apoio e incentivo durante a pesquisa.

A todos os professores que ministraram nossas aulas, pela orientação, competência e profissionalismo. A todos aqueles que contribuíram, direta ou indiretamente, para a realização desta dissertação, o meu sincero agradecimento. Meus amigos, obrigada pelo encorajamento.

Por fim, mas não menos importante ao meu filho, pois hoje és minha razão de viver. A sua existência é o reflexo mais perfeito da existência de Deus.

## Resumo

A participação organizada em desportos de competição inicia-se cada vez mais cedo. A literatura tem reportado uma forte associação entre as características antropométricas e a performance na natação pura desportiva. Esta relação carece de mais investigação, no sentido de ser clarificado o seu impacto no desempenho de jovens nadadores de ambos os géneros. Este trabalho teve como objetivo verificar o impacto das características antropométricas no rendimento desportivo em nadadores infantis nas provas de 50m e 400m livres. Se existiam diferenças entre géneros e/ou entre nadadores do mesmo género mas de escalões competitivos distintos (Infantis A e Infantis B). Todos os participantes foram analisados por suas características antropométricas (massa corporal, altura, envergadura e posteriormente foi calculado o índice de massa corporal) e pelo seu rendimento dos 50m e 400m. Participaram neste estudo 98 nadadores, com idades compreendidas entre os 11 e os 13 anos (média  $\pm$  desvio-padrão: 12.63  $\pm$  0.76 anos de idade, 1.59  $\pm$  0.08m de altura, 47.11  $\pm$  7.82kg de massa corporal). Todos os nadadores pertenciam ao escalão de infantis, sendo que 48 eram do sexo feminino e 50 do sexo masculino.. Na sessão da manhã realizaram a avaliação do rendimento na prova dos 50m livres e durante a sessão da tarde dos 400m livres. Com base nos resultados apresentados, podemos concluir que as características antropométricas parecem influenciar o desempenho dos nadadores, quando comparamos os diferentes géneros e os resultados deste estudo indicam que a eficácia dos movimentos segmentares dos nadadores parece estar relacionada com as características antropométricas, particularmente associadas ao comprimento dos segmentos. O estado maturacional dos nadadores pode ter um papel preponderante nos resultados encontrados. Na comparação entre géneros os valores de altura e peso dos nadadores do sexo masculino são tendencialmente mais elevados e as diferenças observadas nas provas de 50m e 400m livres, parecem estar relacionadas com a influência que as características antropométricas exercem sobre os parâmetros biomecânicos de nado, fundamentais para o desempenho em natação.

## **Palavras-chave**

Características Antropométricas; Performance do nado; Rendimento; Distância 50m E 400m Livres; Estado Maturacional.



# Abstract

Organized participation in competitive sports starts earlier and earlier. The literature has reported a strong association between anthropometric characteristics and performance in pure sport swimming. This relationship needs further investigation, in order to clarify its impact on the performance of young swimmers of both genders. This work aimed to verify the impact of anthropometric characteristics on sports performance in infant swimmers in the 50m and 400m freestyle events. There were differences between genders and / or between swimmers of the same gender but at different competitive levels (Children A and Children B). All participants were analyzed for their anthropometric characteristics (body mass, height, wingspan and the body mass index was subsequently calculated) and for their performance of 50m and 400m. 98 swimmers participated in this study, aged between 11 and 13 years (mean  $\pm$  standard deviation:  $12.63 \pm 0.76$  years of age,  $1.59 \pm 0.08$ m in height,  $47.11 \pm 7.82$ kg of body mass). All swimmers belonged to the children's category, 48 of which were female and 50 male. In the morning session they performed the performance evaluation in the 50m freestyle and during the afternoon 400m freestyle. Based on the results presented, we can conclude that the anthropometric characteristics seem to influence the swimmers' performance, when we compare the different genders and the results of this study indicate that the efficiency of the swimmers' segmental movements seems to be related to the anthropometric characteristics, particularly associated with the length of the segments. The maturational state of the swimmers can play a major role in the results found. When comparing genders, the height and weight values of male swimmers tend to be higher and the differences observed in the 50m and 400m freestyle events seem to be related to the influence that anthropometric characteristics have on the biomechanical parameters of swimming for swimming performance.

## **Key words**

Anthropometry; Swimming; Performance; 50m and 400m Free; Maturation.

# Índice

Dedicatória.....	iii
Agradecimentos .....	v
Resumo .....	vii
Abstract.....	ix
Índice.....	xi
Lista de Figuras.....	xii
Lista de Tabelas .....	xiii
Lista de Acrônimos .....	xv
Introdução .....	1
Metodologia .....	5
Resultados.....	8
Discussão .....	15
Conclusão.....	17
Referências bibliográficas.....	18

## **Lista de Figuras**

Figura 1 – Representação gráfica da relação entre a altura e o tempo dos 50m livres (esquerda) ou o tempo dos 400m livres (direita). 13

Figura 2 - Representação gráfica da relação entre o peso e o tempo dos 50m livres (esquerda) ou o tempo dos 400m livres (direita). 13

Figura 3 - Representação gráfica da relação entre a envergadura e o tempo dos 50m livres (esquerda) ou o tempo dos 400m livres (direita). 13

## Lista de Tabelas

Tabela 1 – Comparação entre os valores médios ( $\pm$  desvio-padrão) das variáveis antropométricas dos Infantis Femininos pertencentes ao Escalão A e ao Escalão B. Os valores de significância, intervalo de confiança da diferença e o tamanho do efeito são também apresentados. 8

Tabela 2 – Comparação entre os valores médios ( $\pm$  desvio-padrão) das variáveis antropométricas dos Infantis Masculinos pertencentes ao Escalão A e ao Escalão B. Os valores de significância, intervalo de confiança da diferença e o tamanho do efeito são também apresentados. 8

Tabela 3 – Comparação entre os valores médios ( $\pm$  desvio-padrão) das variáveis antropométricas entre géneros dos Infantis do Escalão A. Os valores de significância, intervalo de confiança da diferença e o tamanho do efeito são também apresentados. 9

Tabela 4 – Comparação entre os valores médios ( $\pm$  desvio-padrão) das variáveis antropométricas entre géneros dos Infantis Do Escalão B. Os valores de significância, intervalo de confiança da diferença e o tamanho do efeito são também apresentados. 9

Tabela 5 – Comparação entre os valores médios ( $\pm$  desvio-padrão) das variáveis de rendimento de nado nos 50m livres e nos 400m livres, assim como os valores da frequência gestual (FG), distância de ciclo (DC), índice de nado (IN) e velocidade crítica dos Infantis femininos pertencentes ao escalão A e ao escalão B. Os valores de significância, intervalo de confiança da diferença e o tamanho do efeito são também apresentados. 10

Tabela 6 – Comparação entre os valores médios ( $\pm$  desvio-padrão) das variáveis de rendimento de nado nos 50m livres e nos 400m livres, assim como os valores da frequência gestual (FG), distância de ciclo (DC), índice de nado (IN) e velocidade crítica dos Infantis masculinos pertencentes ao escalão A e ao escalão B. Os valores de significância, intervalo de confiança da diferença e o tamanho do efeito são também apresentados. 10

Tabela 7 – Comparação entre os valores médios ( $\pm$  desvio-padrão) das variáveis de rendimento de nado nos 50m livres e nos 400m livres, assim como os valores da frequência gestual (FG), distância de ciclo (DC), índice de nado (IN) e velocidade crítica entre géneros dos Infantis do escalão A. Os valores de significância, intervalo de confiança da diferença e o tamanho do efeito são também apresentados. 11

Tabela 8 – Comparação entre os valores médios ( $\pm$  desvio-padrão) das variáveis de rendimento de nado nos 50m livres e nos 400m livres, assim como os valores da frequência gestual (FG), distância de ciclo (DC), índice de nado (IN) e velocidade crítica entre géneros dos Infantis do escalão B. Os valores de significância, intervalo de confiança da diferença e o tamanho do efeito são também apresentados. 11

Tabela 9 – Resultados das correlações entre as diferentes variáveis antropométricas e as diferentes distâncias de nado (50m livres e 400m livres). Os valores de significância (p) são também apresentados. 12

## **Lista de Acrónimos**

DC - distância de ciclo ( $m \cdot c^{-1}$ ),

v -Velocidade média do nadador ( $m \cdot s^{-1}$ )

FG - frequência gestual de nado.

IN - índice de nado ( $m^2 \cdot c^{-1} \cdot s^{-1}$ ),

IMC: índice de massa corporal

# Introdução

A participação organizada em desportos de competição inicia-se cada vez mais cedo, o que faz com que os jovens atletas de elite experienciem vários anos de competição ininterruptamente (Armstrong, 2013). De facto, e particularmente na natação pura desportiva, os jovens nadadores são submetidos desde cedo a intensos programas de treino para que possuam a capacidade de suportar os períodos competitivos e obtenham elevados desempenhos desportivos (Martínez et al., 2011). Assim, e no sentido dos treinadores delinearem programas de treino eficientes, é importante o conhecimento e identificação de variáveis que possam afetar o desempenho dos atletas (Martínez et al., 2011).

A natação pura desportiva, caracteriza-se por ser uma actividade individual, cíclica, continua, fechada e mista, que depende de factores genéticos, contextuais, psicológicos (Fernandes, Aleixo, Soares, & Vilas-Boas, 2008), biomecânicos, energéticos (Barbosa et al., 2010), hidrodinâmicos (Moraes et al., 2012) e antropométricos (Jürimäe et al., 2007) e que se diferencia de outras actividades desportivas, essencialmente pela natureza própria do meio onde se desenrola (meio aquático), solicitando adaptações espaço-temporais e energéticas particulares (Marinho et al., 2007).

Os nadadores, ao interagirem constantemente com o meio aquático, procuram a produção de forças propulsivas que mantêm ou aceleram a sua velocidade de deslocamento (Kwon & Casebolt, 2006). Com efeito, o desempenho durante o nado depende da capacidade de gerar força propulsiva e minimizar o arrasto hidrodinâmico que se opõe ao deslocamento (Berger et al., 1997; Martínez et al., 2011) e pode ser estimulado através da melhoria do padrão biomecânico (Vantorre et al., 2014) e da técnica de nado (Scortenschi, 2019). Além disso, o desempenho pode também ser afetado pela variabilidade da composição corporal (Charmas & Gromisz, 2019) e características antropométricas (i.e., peso, índice de massa corporal, altura e envergadura) (Moraes et al., 2012; Zuniga et al., 2011).

Com efeito, as características antropométricas dos nadadores estão muito relacionadas entre si e assumem papel preponderante na performance desportiva (Fernandes et al., 2002). De facto, têm um impacto decisivo ao nível da capacidade propulsiva e na contribuição para a superação das forças de arrasto que se opõem ao nadador quando este se desloca na água e, por conseguinte, na velocidade de nado (Toussaint & Beek, 1992). Em adição, um estudo anterior realizado por Damsgaard et al. (2001) demonstrou que a participação desde tenra idade em competição desportiva, está diretamente relacionada



com a composição corporal específica e proporções corporais de cada indivíduo. Assim, a associação entre as características antropométricas e o desempenho desportivo apresenta-se como um indicador de relevo para a identificação de talentos no processo de desenvolvimento de atletas a longo prazo (Sammoud et al., 2018b).

Enfatizando estes dados, um estudo realizado por Morais et al. (2017) sugeriu que as características antropométricas se encontravam entre os fatores críticos utilizados como preditores precoces de atletas talentosos. Além disso, e comparando diferenças entre géneros, o nadador jovem masculino tem sido caracterizado como sendo mais alto, mais pesado e com maior envergadura comparativamente à nadadora, sendo que essas características contribuem para as diferenças na performance entre ambos (Schneider & Meyer, 2005).

Uma característica particular diz respeito à composição corporal. Esta parece variar entre desportos, usualmente, quanto menor a massa gorda, melhor o desempenho (Martínez et al., 2011). Porém, a natação parece ser uma exceção, uma vez que têm sido relatadas vantagens associadas à maior quantidade de massa gorda, como a maior capacidade de flutuação e consequentemente menor gasto energético (Fernandes et al., 2002a; Wells et al., 2006; Zuniga et al., 2011). A este respeito, as nadadoras parecem usufruir desta vantagem, dado que, segundo o que foi relatado em investigações anteriores (Fernandes et al., 2002a; Greco & Denadai, 2005; Rodrigues et al., 2001; Wells et al., 2006), possuem maior quantidade de massa gorda comparativamente aos nadadores.

Uma investigação posterior (Morais et al., 2013) mostra que fatores antropométricos explicam cerca de 45,8% do desempenho de nadadores do sexo masculino na faixa etária dos 15 anos de idade em provas de crol de 100m, e 63,8% em provas de estilos livres em nadadores de 13 anos de idade de ambos os sexos (Bond et al., 2015). Para além disso, correlações moderadas a altas entre as características antropométricas e a velocidade de nado foram também relatadas em jovens nadadores masculinos e femininos (Geladas et al., 2005). De facto, as variáveis antropométricas parecem estar fortemente relacionadas com o desempenho durante provas de natação em jovens comprovando-se serem potenciais influenciadoras do rendimento (Morais et al., 2013).

Por outro lado, jovens atletas de elevado nível competitivo apresentam igualmente maiores valores de estatura, envergadura e concludentemente maiores valores de frequência gestual (Craig & Pendeegast, 1979), distância de ciclo e índice de nado (Morais et al., 2013), considerando-se estas variáveis de desempenho como indicadores de performance (Craig & Pendeegast, 1979; Lätt et al., 2009, 2010; Morais et al., 2012).

A frequência gestual foi definida segundo Chollet et al (2000), como o numero de ciclos de braçada por unidade de tempo e expressa-se “ciclos.seg-1(Hz)”.É dependente da velocidade angular do movimento de rotação da articulação escápulo-umeral bem como da distância percorrida pela parte distal na fase submersa e aérea da braçada, durante a ação dos membros superiores (Keskinen et al., 1989). As variações ocorridas na velocidade derivam das correlações entre aumentos e diminuições da frequência gestual e a distância de ciclo, respectivamente (Toussaint et al., 2006). Esta variável é própria de cada nadador, uma vez que a frequência gestual adequada é ajustada com o intuito de diminuir o gasto energético e potenciar o desempenho, com base nas suas características antropométricas e musculares (Craig & Pendeegast, 1979).

De acordo Maglisho (1999) a distância de ciclo foi caracterizada anteriormente como a distancia média horizontal percorrida durante a realização de um ciclo completo de braçada (m). Ou seja, a transformação da força muscular em força propulsiva, por parte do nadador, possibilita um aumento da distância de ciclo, derivada da sua capacidade de produzir força e da sua capacidade técnica aplicada em trajetos segmentares com ênfase para a orientação das superfícies propulsivas mais benéficas. Assim sendo, variáveis como a envergadura e estatura podem condicionar a obtenção de valores mais elevados de distância de ciclo (Anderson et al., 2006; Franken et al., 2007), o que representa um indicador de eficiência propulsiva. Nadadores com valores mais representativos de envergadura, tendencialmente apresentam maiores valores de distância de ciclo (Barbosa et al., 2009; Franken et al., 2007) e índice de nado (Jürimäe et al., 2007), sendo que a distância de ciclo apresentou anteriormente correlação significativa com a performance (Morais et al., 2012).

O índice de nado expressa-se como a habilidade do nadador para se mover a determinada velocidade, com maior ou menor número de braçadas e deriva essencialmente da relação entre a distância de ciclo e a velocidade (Caputo et al., 2000). É mensurado em  $m^2/s$  e é caracterizado com um excelente indicador de performance em nadadores jovens (Jürimäe et al., 2007), dado que uma determinada velocidade de nado, com uma maior distância de ciclo e menor frequência gestual, se traduz numa técnica de nada económica e eficaz (Caputo et al., 2000). À semelhança das outras variáveis referenciadas, o índice de nado também se conota como ótimo preditor de performance (Lätt et al., 2009, 2010).

Existem, portanto, um leque de variáveis de desempenho de grande utilidade na programação e controlo do treino e que, relacionadas com as características antropométricas dos atletas, parecem contribuir para a compreensão e melhoria da performance, bem como para um adequado e rigoroso controlo e monitorização do

treino. Assim, o treino de jovens nadadores deve ser monitorizado regularmente, de modo a que a prescrição seja adequada à melhoria do desempenho com base nas características particulares de cada nadador (Marinho et al., 2011). Ainda que nem sempre as diferenças sejam significativas relativamente às diferenças antropométricas, de crescimento e de maturação entre géneros, em idades pré-púberes e púberes (Malina et al., 2004), parece importante continuar a investigar sobre o tema. A maturação de um atleta envolve os órgãos e estruturas do corpo e traduz-se em alterações morfológicas observadas ao longo de todo o processo de crescimento, atingindo o seu pico durante a puberdade. Assim, os processos de crescimento e desenvolvimento encontram-se fortemente ligados à melhoria do desempenho motor em crianças e adolescentes (Beunen & Malina, 2008). Assim sendo, com base nesta relação, os indicadores de crescimento e desenvolvimento físico devem ser tidos em conta, particularmente pelo fato da maturação biológica não ter início na mesma idade em ambos os géneros e não ter o mesmo tempo de duração em todos os indivíduos (Erlandson et al., 2008). Deste modo, é possível que indivíduos com idades cronológicas semelhantes possam efetivamente encontrar-se em estágios maturacionais distintos, o que se traduz em composições corporais distintas, podendo ter um impacto no rendimento em natação.

A literatura tem reportado uma forte associação entre as características antropométricas e a performance na natação pura desportiva. Não obstante, esta relação carece de mais investigação, no sentido de ser clarificado o seu impacto no desempenho de jovens nadadores de ambos os géneros. Embora existam alguns estudos (Geladas et al., 2005; Jürimäe et al., 2007; Nevill et al., 2015; Sammoud et al., 2018a, 2018b) que inferiram sobre a importância das características antropométricas para o desempenho em natação em distintas faixas etárias, o conhecimento dos efeitos de algumas destas variáveis no rendimento ainda não é claro na literatura. Além disso, poucos estudos efetuaram uma comparação específica entre nadadores de diferentes géneros e de idade cronológica semelhante, mas pertencentes a escalões competitivos diferentes. Neste sentido, o presente estudo teve como objetivo verificar de que forma as características antropométricas (i.e., altura, massa corporal, índice de massa corporal e envergadura) de jovens nadadores de diferentes géneros, poderão influenciar o rendimento desportivo em provas de 50m e 400m livres de escalões distintos (Infantis A e Infantis B).

## **Metodologia**

### **Desenho do estudo**

O presente trabalho consistiu num estudo transversal, que teve como objetivo verificar o impacto das características antropométricas no rendimento desportivo em nadadores infantis nas provas de 50m e 400m livres. Para além disso, procurou-se perceber, se existiam diferenças entre géneros e entre nadadores do mesmo género mas de escalões competitivos distintos (Infantis A e Infantis B). Assim, todos os participantes foram analisados no que se refere às características antropométricas (altura, massa corporal, índice de massa corporal e envergadura), bem como ao rendimento dos 50m e 400m livres (tempo e variáveis biomecânicas).

## **Sujeitos**

Participaram neste estudo 98 nadadores, com idades compreendidas entre os 11 e os 13 anos (média  $\pm$  desvio-padrão: 12.63  $\pm$  0.76 anos de idade, 1.59  $\pm$  0.08m de altura, 47.11  $\pm$  7.82kg de massa corporal). Todos os nadadores pertenciam ao escalão de infantis, sendo que 48 eram do sexo feminino e 50 do sexo masculino, 25 dos quais pertencentes ao escalão de Infantis A (Feminino) (12.48  $\pm$  0.30 anos de idade; 1.60  $\pm$  0.06m de altura; 47.25  $\pm$  7.95 kg de massa corporal) e 23 ao escalão Infantis B (Feminino) (11.63  $\pm$  0.28 anos de idade; 1.52  $\pm$  0.04m de altura; 42.76  $\pm$  5.99 kg de massa corporal); 26 pertencentes ao escalão de Infantis A (Masculino) (13.62  $\pm$  0.25 anos de idade; 1.64  $\pm$  0.07m de altura; 52.08  $\pm$  7.68 kg de massa corporal) e 24 pertencentes ao escalão de Infantis B (Masculino) (12.69  $\pm$  0.26 anos de idade; 1.58  $\pm$  0.08m de altura; 45.75  $\pm$  6.70 kg de massa corporal).

A amostra foi composta por atletas selecionados pela Federação Portuguesa de Natação e portanto familiarizados com a prática da modalidade competitiva de natação pura desportiva e com as avaliações utilizadas. Depois de selecionados, todos os nadadores foram informados dos procedimentos e somente os que concordaram assinaram o termo de consentimento informado, o mesmo acontecendo com os encarregados de educação responsáveis. Todos os procedimentos foram realizados de acordo com a declaração de Helsínquia.

## **Procedimentos**

As avaliações foram realizadas durante o período de estágio. Todos os indivíduos foram avaliados no mesmo momento da época desportiva (janeiro). As sessões de avaliação foram repartidas pelos dois dias de estágio, sendo realizados os testes sem necessidade de dispêndio energético e sem acumulação de fadiga (antropometria) antes dos testes de rendimento específico de nado. Foram garantidas as condições para que existisse o

repouso suficiente entre sessões, por forma a garantir que não fosse acumulada qualquer fadiga que influenciasse negativamente o rendimento. No dia da avaliação, após chegarem ao local de estagio, e após 5min de repouso, cada sujeito foi avaliado no que se refere às medidas antropométricas como a massa corporal, altura, envergadura e posteriormente foi calculado o índice de massa corporal (IMC). Na sessão da manhã realizaram a avaliação do rendimento na prova dos 50m livres e durante a sessão da tarde dos 400m livres.

## **Avaliação antropométrica**

Todas as medidas foram avaliadas de acordo com padrões internacionais para avaliação antropométrica (Marfell-Jones et al., 2006) e foram obtidas antes de qualquer teste de desempenho físico. Os participantes estavam descalços e vestidos com roupa interior ou com o mínimo de roupa possível para proceder à avaliação. Para medir a altura corporal (em m) foi utilizado um estadiómetro de precisão com escala de 0.001 m. O índice de massa corporal foi obtido através da divisão do valor da massa corporal pelo quadrado da altura. Em relação à avaliação da envergadura, a mesma foi determinada através da medição aos atletas com uma fita métrica colocada numa parede de precisão com escala de 0.001 m.

## **Avaliação do rendimento de nado**

A avaliação do rendimento específico de nado foi realizada através da simulação da prova de 50m livres e da prova de 400m livres. Os 50m livres foram realizados da parte da manhã, com os 400m livres a serem realizados ao final da tarde, garantindo o suficiente intervalo para a recuperação dos participantes. Depois de realizar um aquecimento de 1000 m utilizando-se a estrutura usual com base nos protocolos descritos por Neiva et al (2014), cada nadador realizou uma simulação da prova (50 ou 400m). Os protocolos de avaliação foram aplicados em piscina de 25m, coberta, à temperatura média de 28° C e com humidade média inferior a 70%, com partida do bloco e vozes oficiais. O tempo realizado foi registado com recurso a um cronómetro (Finis 3x100 Stopwatch, Livermore, Califórnia) e com o recurso à filmagem e posterior análise através do programa *Kinovea® versão 0.8.15*. Em ambas as simulações foram avaliadas algumas variáveis biomecânicas. Assim, a avaliação da frequência gestual (FG) foi realizada com recurso a um cronofrequencímetro, em 3 ciclos de braçadas e posteriormente convertido para unidades de medida do sistema internacional (Hz). A distância de ciclo (DC) foi medida por estimação através da equação (Craig & Pendergast, 1979):

$$DC = v/FG \quad (1)$$

Onde DC é a distância de ciclo ( $m.c^{-1}$ ),  $v$  é a velocidade média do nadador ( $m.s^{-1}$ ) e FG é a frequência gestual de nado. Por sua vez, o índice de nado (IN) foi estimado através da equação (Costill et al., 1985):

$$IN = DC \times v \quad (2)$$

Onde IN representa o índice de nado ( $m^2 c^{-1} s^{-1}$ ), DC a distância por ciclo ( $m.c^{-1}$ ) e  $v$  a velocidade média de nado ( $m.s^{-1}$ ). As variáveis de velocidade, FG, DC e IN foram avaliadas nos segundos 25m de cada 50m (quer na prova de 50m, quer na prova de 400m), sendo considerada para análise a medida média no caso dos 400m livres. Para a análise destas variáveis foi utilizado o programa Kinovea (versão 0.8.15).

## **Análise Estatística**

A análise dos dados foi realizada com recurso ao software estatístico IBM SPSS (Statistical Package for Social Sciences), versão 24.0, para o Microsoft Windows (Armonk, NY, EU: IBM Corp.). O nível de significância estabelecido foi de 5%. O cálculo das médias, desvios-padrão, diferenças e Intervalos de Confiança (IC95%) foram realizados por métodos estatísticos padronizados. Para verificar a normalidade da distribuição, foi verificada através do teste Kolmogorov-Smirnov ( $n > 30$ ), tendo-se verificado que nem todos os dados apresentavam uma distribuição normal. Assim, foram utilizados testes paramétricos (t-teste) e não paramétricos (Mann-whitney teste) para a análise dos dados. Para as correlações bivariadas foi utilizado o coeficiente de Pearson para os dados normais, e a correlação de Spearman para dados não normais, foi ainda calculado o coeficiente de determinação ( $r^2$ ). A relação foi considerada muito alta para valores entre 0.90 e 1.00, alta para valores entre 0.70 e 0.90, moderada entre 0.50 e 0.70, baixa para valores entre 0.30 e 0.50 e entre 0.10 e 0.30 foi muito baixa. Foi ainda calculado o tamanho do efeito através do  $d$  de Cohen, para a comparação entre os grupos analisados (Cohen, 2013). A magnitude do efeito foi considerada trivial ( $<0.2$ ), pequena (0.2-0.59), moderada (0.60-1.19), elevada (1.2-1.99) ou muito elevada ( $>2.00$ ) (Hopkins et al., 2009).

## **Resultados**

Na tabela 1 são apresentados os valores médios das variáveis antropométricas dos Infantis femininos pertencentes ao escalão A e ao escalão B. Como se pode verificar existem diferenças estatisticamente significativas para as variáveis altura ( $p < 0,01$ ;

d=1,44), peso( $p<0,01$ ;  $d=0,64$ ) e envergadura ( $p<0,01$ ;  $d=1,22$ ), com um tamanho de efeito elevado para todas as variáveis.

Tabela 2 – Comparação entre os valores médios ( $\pm$  desvio-padrão) das variáveis antropométricas dos Infantis Femininos pertencentes ao Escalão A e ao Escalão B. Os valores de significância, intervalo de confiança da diferença e o tamanho do efeito são também apresentados.

Variáveis	Infantis A (Feminino) (n=25)	Infantis B (Feminino) (n=23)	Diferença (IC 95%)		Valor de p	Tamanho do efeito
			Superior	Inferior		
Altura (m)	1,60 $\pm$ 0,06	1,52 $\pm$ 0,05	0,10	0,04	0,001**	1,44
Peso (kg)	47,25 $\pm$ 7,95	42,7 $\pm$ 5,99	8,61	0,37	0,003**	0,64
IMC (kg/m <sup>2</sup> )	18,31 $\pm$ 2,20	18,26 $\pm$ 2,08	1,30	-1,19	0,934	0,02
Envergadura (m)	1,63 $\pm$ 0,07	1,55 $\pm$ 0,06	0,12	0,04	0,001**	1,22
Envergadura / altura	1,01 $\pm$ 0,01	1,01 $\pm$ 0,02	0,82	0,80	0,808	0,01

Legenda: IMC: índice de massa corporal; IC: Intervalo de confiança \* $p<0.05$ ; \*\* $p<0.01$

Tabela 2 – Comparação entre os valores médios ( $\pm$  desvio-padrão) das variáveis antropométricas dos Infantis Masculinos pertencentes ao Escalão A e ao Escalão B. Os valores de significância, intervalo de confiança da diferença e o tamanho do efeito são também apresentados.

Variáveis	Infantis A (Masculino) (n=26)	Infantis B (Masculino) (n=24)	Diferença (IC 95%)		Valor de p	Tamanho do efeito
			Superior	Inferior		
Altura (m)	1,64 $\pm$ 0,07	1,58 $\pm$ 0,08	0,01	0,10	0,019*	0,79
Peso (kg)	52,08 $\pm$ 7,68	45,75 $\pm$ 6,70	2,20	10,43	0,003**	0,87
IMC (kg/m <sup>2</sup> )	19,20 $\pm$ 1,81	18,10 $\pm$ 1,45	0,16	2,04	0,002**	0,67
Envergadura (m)	1,67 $\pm$ 0,10	1,60 $\pm$ 0,09	0,02	0,12	0,014*	3,88
Envergadura / altura	1,01 $\pm$ 0,02	1,01 $\pm$ 0,01	0,11	0,10	0,109	0,05

Legenda: IMC: índice de massa corporal; IC: Intervalo de confiança \* $p<0.05$ ; \*\* $p<0.01$

Na tabela 2 são apresentados os valores médios das variáveis antropométricas dos Infantis masculinos pertencentes ao escalão A e ao escalão B. Os resultados indicam, que se verificam diferenças estatisticamente significativas  $p<0,05$  para as variáveis altura e envergadura com um tamanho de efeito elevado( $d=0,79$ ), e muito elevado respetivamente envergadura, ( $d=3,88$ ), com um tamanho de efeito elevado. Foram ainda verificadas diferenças estatisticamente significativas  $p<0,01$  para as variáveis peso e IMC com um tamanho de efeito elevado.

Na tabela 3 são expostos os valores médios das variáveis antropométricas resultantes da comparação entre os Infantis A masculinos e femininos. Os resultados indicam que existem diferenças estatisticamente significativas para as variáveis altura e peso ( $p < 0,05$ ;  $d = 0,61$ ) com um tamanho de efeito elevado.

Tabela 3 – Comparação entre os valores médios ( $\pm$  desvio-padrão) das variáveis antropométricas entre géneros dos Infantis do Escalão A. Os valores de significância, intervalo de confiança da diferença e o tamanho do efeito são também apresentados.

Variáveis	Infantis A (Masculino) (n=26)	Infantis A (Feminino) (n=25)	Diferença (IC 95%)		Valor de p	Tamanho do efeito
			Superior	Inferior		
Altura (m)	1,64 $\pm$ 0,07	1,60 $\pm$ 0,06	-0,01	-0,08	0,04*	0,61
Peso (kg)	52,08 $\pm$ 7,68	47,25 $\pm$ 7,95	-0,42	-9,22	0,03*	0,61
IMC (kg/m <sup>2</sup> )	19,20 $\pm$ 1,81	18,31 $\pm$ 2,20	0,24	-2,02	0,12	0,44
Envergadura (m)	1,67 $\pm$ 0,10	1,63 $\pm$ 0,07	0,02	-0,09	0,10	0,46
Envergadura / altura	1,01 $\pm$ 0,02	1,01 $\pm$ 0,01	0,73	0,71	0,71	0,01

Legenda: IMC: índice de massa corporal; IC: Intervalo de confiança; \* $p < 0,05$ ; \*\* $p < 0,01$

Na tabela 4 são expostos os valores médios das variáveis antropométricas resultantes da comparação entre os Infantis B masculinos e femininos. Os resultados expressaram diferenças estatisticamente significativas para as variáveis altura ( $p < 0,01$ ;  $d = 0,89$ ) e envergadura ( $p < 0,05$ ;  $d = 0,65$ ) com um tamanho de efeito elevado.

Tabela 4 – Comparação entre os valores médios ( $\pm$  desvio-padrão) das variáveis antropométricas entre géneros dos Infantis Do Escalão B. Os valores de significância, intervalo de confiança da diferença e o tamanho do efeito são também apresentados.

Variáveis	Infantis B (Masculino) (n=24)	Infantis B (Feminino) (n=23)	Diferença (IC 95%)		Valor de p	Tamanho do efeito
			Superior	Inferior		
Altura (m)	1,58 $\pm$ 0,08	1,52 $\pm$ 0,05	-0,02	-0,09	0,005**	0,89
Peso (kg)	45,75 $\pm$ 6,70	42,70 $\pm$ 5,99	0,75	-6,74	0,114	0,47
IMC (kg/m <sup>2</sup> )	18,10 $\pm$ 1,45	18,26 $\pm$ 2,08	1,21	-0,88	0,755	- 0,09
Envergadura (m)	1,60 $\pm$ 0,09	1,55 $\pm$ 0,06	-0,01	-0,10	0,021*	0,65
Envergadura / altura	1,01 $\pm$ 0,01	1,01 $\pm$ 0,02	0,288	0,265	0,276	0,14

Legenda: IMC: índice de massa corporal; IC: Intervalo de confiança \* $p < 0,05$ ; \*\* $p < 0,01$

A tabela 5, expressa os valores médios, no que refere ao rendimento específico de nado. Observa-se que os nadadores femininos A, registaram melhor rendimento nos 50 e 400m livres ( $p < 0,01$ ;  $d = -0,51$ ;  $p < 0,01$ ;  $d = -1,12$ ) com um tamanho de efeito moderado e elevado respetivamente. Para além disso, verificou-se ainda, um índice de nado (IN), e



distância de ciclo (DC) significativamente superior, mesmo que sem diferenças na FG  $p>0,05$ .

Tabela 5 – Comparação entre os valores médios ( $\pm$  desvio-padrão) das variáveis de rendimento de nado nos 50m livres e nos 400m livres, assim como os valores da frequência gestual (FG), distância de ciclo (DC), índice de nado (IN) e velocidade crítica dos Infantis femininos pertencentes ao escalão A e ao escalão B. Os valores de significância, intervalo de confiança da diferença e o tamanho do efeito são também apresentados.

Variáveis	Infantis A (Feminino) (n=25)	Infantis B (Feminino) (n=23)	Diferença (IC 95%)		Valor de p	Tamanho do efeito
			Superior	Inferior		
50m livres (s)	34,48 $\pm$ 2,34	36,52 $\pm$ 1,85	-0,80	-3,27	0,002**	-0,51
50m FG (5-20m) (Hz)	48,57 $\pm$ 4,13	50,07 $\pm$ 5,15	1,20	-4,20	0,271	-0,32
50m DC (m.c <sup>-1</sup> )	1,80 $\pm$ 0,19	1,65 $\pm$ 0,19	0,26	0,04	0,010*	0,78
50m IN (m <sup>2</sup> c <sup>-1</sup> s <sup>-1</sup> )	2,63 $\pm$ 0,38	2,27 $\pm$ 0,31	0,56	0,15	0,001**	1,03
400m livres (s)	330,75 $\pm$ 25,92	364,18 $\pm$ 26,36	0,001	0,001	0,001**	-1,12
400m FG (Hz)	37,20 $\pm$ 3,94	37,37 $\pm$ 4,53	0,92	0,91	0,918	-0,04
400m DC (m.c <sup>-1</sup> )	1,98 $\pm$ 0,23	1,80 $\pm$ 0,24	0,009	0,005	0,007**	0,76
400m IN (m <sup>2</sup> c <sup>-1</sup> s <sup>-1</sup> )	2,42 $\pm$ 0,36	1,99 $\pm$ 0,35	0,001	0,001	0,001**	1,21

Legenda: IMC: índice de massa corporal; IC: Intervalo de confiança; FG: Frequência gestual; DC: Distância de ciclo; IN: Índice de nado; \* $p<0.05$ ; \*\* $p<0.01$

A tabela 6 apresenta os valores médios relativos ao rendimento específico de nado dos Infantis masculinos. Observa-se que, que os nadadores masculinos A, registaram melhor rendimento nos 50 e 400m livres, com um índice de nado (IN) significativamente superior. Foram ainda encontradas diferenças significativas para distância de ciclo (DC), para os 400m livres.

Tabela 6 – Comparação entre os valores médios ( $\pm$  desvio-padrão) das variáveis de rendimento de nado nos 50m livres e nos 400m livres, assim como os valores da frequência gestual (FG), distância de ciclo (DC), índice de nado (IN) e velocidade crítica dos Infantis masculinos pertencentes ao escalão A e ao escalão B. Os valores de significância, intervalo de confiança da diferença e o tamanho do efeito são também apresentados.

Variáveis	Infantis A (Masculino) (n=26)	Infantis B (Masculino) (n=24)	Diferença (IC 95%)		Valor de p	Tamanho do efeito
			Superior	Inferior		

50m livres (s)	31,08 ± 1,69	33,20 ± 1,98	-1,07	-3,17	0,001**	-1,15
50m FG (5-20m) (Hz)	54,68 ± 6,42	54,32 ± 6,32	3,99	-3,26	0,841	0,05
50m DC (m.c <sup>-1</sup> )	1,76 ± 0,21	1,68 ± 0,20	0,20	-0,03	0,170	0,39
50m IN (m <sup>2</sup> c <sup>-1</sup> s <sup>-1</sup> )	2,81 ± 0,43	2,53 ± 0,40	0,51	0,03	0,025*	0,67
400m livres (s)	310,52 ± 19,78	326,48 ± 16,94	0,001	0,001	0,001**	-0,86
400m FG (Hz)	38,74 ± 4,92	40,83 ± 5,37	0,24	0,22	0,229	-0,40
400m DC (m.c <sup>-1</sup> )	2,03 ± 0,27	1,84 ± 0,24	0,02	0,01	0,016*	0,74
400m IN (m <sup>2</sup> c <sup>-1</sup> s <sup>-1</sup> )	2,64 ± 0,39	2,25 ± 0,32	0,001	0,001	0,001**	1,09

Legenda: IMC: índice de massa corporal; IC: Intervalo de confiança; FG: Frequência gestual; DC: Distância de ciclo; IN: Índice de nado; \* $p < 0.05$ ; \*\* $p < 0.01$

A tabela 7 apresenta os valores médios relativos ao rendimento específico de nado dos Infantis A Masculinos comparativamente aos Infantis A Femininos. Observa-se, que os nadadores masculinos A, registaram melhor rendimento nos 50 e 400m livres com diferenças estatisticamente significativas  $p < 0,01$  e com um tamanho de efeito pequeno ( $d = -1,66$  e  $d = -0,87$ ). Contudo, não existem diferenças estatisticamente significativas para as diferenças observadas relativamente à FG, DC e IN, com exceção à FG gestual da prova de 50m livres onde os Infantis A Masculinos  $p < 0,01$ .

Tabela 7 – Comparação entre os valores médios ( $\pm$  desvio-padrão) das variáveis de rendimento de nado nos 50m livres e nos 400m livres, assim como os valores da frequência gestual (FG), distância de ciclo (DC), índice de nado (IN) e velocidade crítica entre géneros dos Infantis do escalão A. Os valores de significância, intervalo de confiança da diferença e o tamanho do efeito são também apresentados.

Legenda: IMC: índice de massa corporal; IC: Intervalo de confiança; FG: Frequência gestual; DC: Distância de ciclo; IN: Índice de nado; \* $p < 0.05$ ; \*\* $p < 0.01$

Variáveis	Infantis A (Masculino) (n=26)	Infantis A (Feminino) (n=25)	Diferença (IC 95%)		Valor de p	Tamanho do efeito
			Superior	Inferior		
50m livres (s)	31,08 ± 1,69	34,48 ± 2,34	4,55	2,25	0,001**	-1,66
50m FG (5-20m) (Hz)	54,68 ± 6,42	48,57 ± 4,13	-3,05	-9,16	0,001**	1,13
50m DC (m.c <sup>-1</sup> )	1,76 ± 0,21	1,80 ± 0,19	0,16	-0,72	0,457	0,19
50m IN (m <sup>2</sup> c <sup>-1</sup> s <sup>-1</sup> )	2,81 ± 0,43	2,63 ± 0,38	0,05	-0,40	0,131	0,44
400m livres (s)	310,52 ± 19,78	330,75 ± 25,92	0,002	0,001	0,001**	-0,87
400m FG (Hz)	38,74 ± 4,92	37,20 ± 3,94	0,285	0,262	0,270	0,34
400m DC (m.c <sup>-1</sup> )	2,03 ± 0,27	1,98 ± 0,23	0,656	0,631	0,642	0,19
400m IN (m <sup>2</sup> c <sup>-1</sup> s <sup>-1</sup> )	2,64 ± 0,39	2,42 ± 0,36	0,081	0,067	0,071	0,58

A tabela 8 apresenta os valores médios relativos ao rendimento específico de nado dos Infantis B Masculinos comparativamente aos Infantis B Feminino. Observa-se que os nadadores masculinos B, registaram melhor rendimento nos 50 e 400m livres com diferenças estatisticamente significativas  $p < 0,01$  e com um tamanho de efeito pequeno ( $d = -1,73$  e  $d = -1,70$ ). Para além disso, foram observadas diferenças estatisticamente significativas para FG ( $p < 0,05$  ;  $p < 0,01$ ) para os 50m e 400m respetivamente. No que respeita às outras variáveis analisadas, foram verificadas

diferenças estatisticamente significativas ( $p < 0,05$ ;  $p < 0,01$ ) para a FG para os 50m e 400m, bem como para o IN ( $p < 0,05$ ) na prova de 50m.

Tabela 8 – Comparação entre os valores médios ( $\pm$  desvio-padrão) das variáveis de rendimento de nado nos 50m livres e nos 400m livres, assim como os valores da frequência gestual (FG), distância de ciclo (DC), índice de nado (IN) e velocidade crítica entre gêneros dos Infantis do escalão B. Os valores de significância, intervalo de confiança da diferença e o tamanho do efeito são também apresentados.

Variáveis	Infantis B (Masculino) (n=24)	Infantis B (Feminino) (n=23)	Diferença (IC 95%)		Valor de p	Tamanho do efeito
			Superior	Inferior		
50m livres (s)	33,20 $\pm$ 1,98	36,52 $\pm$ 1,85	4,44	2,18	0,001**	-1,73
50m FG (5-20m) (Hz)	54,32 $\pm$ 6,32	50,07 $\pm$ 5,15	-0,84	-7,64	0,015*	0,73
50m DC (m.c <sup>-1</sup> )	1,68 $\pm$ 0,20	1,65 $\pm$ 0,19	0,09	-0,13	0,706	0,15
50m IN (m <sup>2</sup> c <sup>-1</sup> s <sup>-1</sup> )	2,53 $\pm$ 0,40	2,27 $\pm$ 0,31	-0,05	-0,47	0,016*	0,72
400m livres (s)	326,48 $\pm$ 16,94	364,18 $\pm$ 26,36	0,001	0,001	0,001**	-1,70
400m FG (Hz)	40,83 $\pm$ 5,37	37,37 $\pm$ 4,53	0,008	0,004	0,008**	0,69
400m DC (m.c <sup>-1</sup> )	1,84 $\pm$ 0,24	1,80 $\pm$ 0,24	0,73	0,71	0,714	0,16
400m IN (m <sup>2</sup> c <sup>-1</sup> s <sup>-1</sup> )	2,25 $\pm$ 0,32	1,99 $\pm$ 0,35	0,01	0,008	0,013	0,77

Legenda: IMC: índice de massa corporal; IC: Intervalo de confiança; FG: Frequência gestual; DC: Distância de ciclo; IN: Índice de nado; \* $p < 0,05$ ; \*\* $p < 0,01$

A tabela 9 apresenta os resultados das correlações existentes entre as variáveis antropométricas e o tempo das provas de 50m e 400m livres. Os resultados revelaram diferenças correlações lineares positivas entre a altura ( $r = 0,305$  e  $r = 0,253$ ,  $p < 0,01$ ), o peso ( $r = 0,202$  e  $r = 0,140$ ,  $p < 0,01$ ) e a envergadura ( $r = 0,227$  e  $r = 0,203$ ,  $p < 0,01$ ), estatisticamente significativas  $p < 0,01$  para as variáveis altura, peso e envergadura na correlação com a prova de 50m livres, e 400m livres, respectivamente que podem também ser observadas na Figura 1, Figura 2 e Figura 3.

Tabela 9 – Resultados das correlações entre as diferentes variáveis antropométricas e as diferentes distâncias de nado (50m livres e 400m livres). Os valores de significância (p) são também apresentados.

Variáveis correlacionadas	R	Valor de p	R square
Altura – tempo 50m	-0,553	0,001*	0,305
Peso – tempo 50m	-0,450	0,001*	0,202
Envergadura – tempo 50m	-0,477	0,001*	0,227

Altura – tempo 400m	-0,577	0,001*	0,253
Peso – tempo 400m	-0,434	0,001*	0,140
Envergadura – tempo 400m	-0,500	0,001*	0,203

Legenda: \*p<0.01

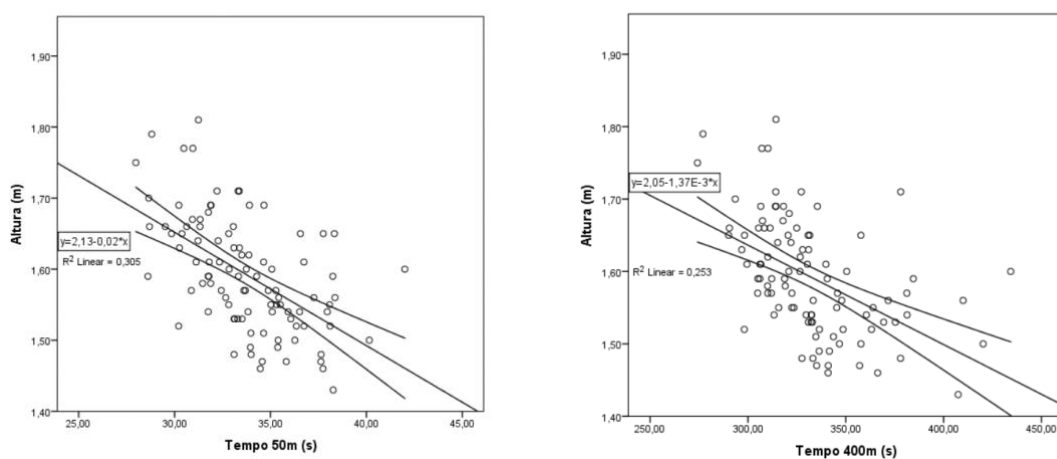


Figura 1 – Representação gráfica da relação entre a altura e o tempo dos 50m livres (esquerda) ou o tempo dos 400m livres (direita).

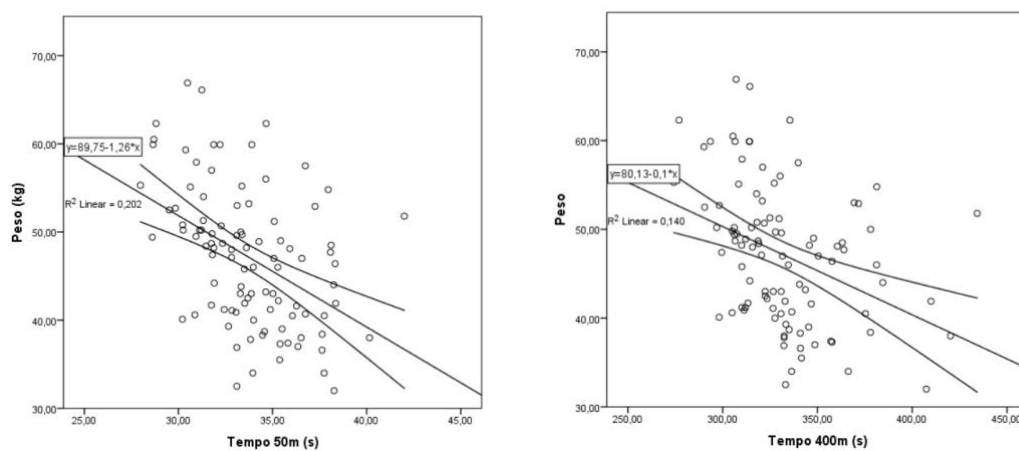


Figura 2 - Representação gráfica da relação entre o peso e o tempo dos 50m livres (esquerda) ou o tempo dos 400m livres (direita).

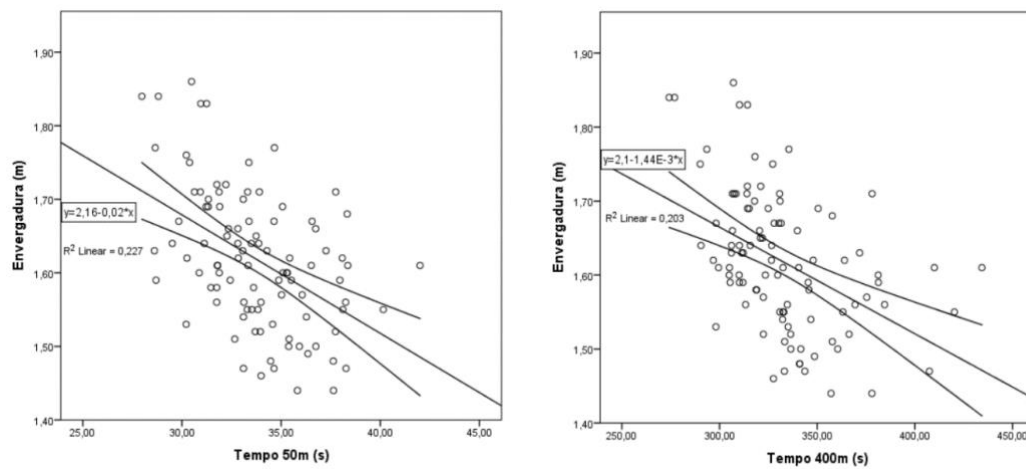


Figura 3 - Representação gráfica da relação entre a envergadura e o tempo dos 50m livres (esquerda) ou o tempo dos 400m livres (direita).

## Discussão

O objetivo da presente tese foi analisar de que forma as características antropométricas (i.e., altura, massa corporal, índice de massa corporal e envergadura), de jovens nadadores de diferentes géneros, podem influenciar o rendimento desportivo em provas de 50m e 400m livres no escalão de Infantis A e B. No geral, e com base nos resultados apresentados, podemos concluir que as características antropométricas parecem influenciar o desempenho dos nadadores, quando comparamos os diferentes géneros. Constatou-se também uma tendência para Escalão A obter melhores resultados comparativamente com Escalão B, em ambos os géneros. Os resultados deste estudo apoiam investigações anteriores, indicando que a antropometria está altamente

relacionada ao desempenho de nadadores jovens (André et al., 2012; Geladas et al., 2005; Jürimäe et al., 2007; Nevill et al., 2015; Reis et al., 2010)

Com efeito, os resultados deste estudo indicam que a eficácia dos movimentos segmentares dos nadadores parece estar relacionada com as características antropométricas, particularmente associadas ao comprimento dos segmentos. Estes dados estão de acordo com o que foi relatado em estudos anteriores (Fernandes et al., 2002b; Leone et al., 2002), que constataram que quanto maior era o comprimento dos segmentos corporais, mais rápido era o nado e menor era o número de ações motoras necessárias para percorrer a mesma distância.

Para além disso, os resultados deste estudo indicam que, na comparação entre géneros os valores de altura e peso dos nadadores do sexo masculino são tendencialmente mais elevados, indo ao encontro de um estudo realizado anteriormente por Malina et al (2004) que enfatiza a ideia de que a composição corporal é uma das determinantes do desempenho desportivo e particularmente dos nadadores (Malina & Geithner, 2011). Com base na análise dos resultados expostos neste trabalho, verificou-se igualmente que os nadadores do sexo masculino apresentam, em média, valores mais altos de IMC comparativamente com o sexo feminino. Em adição, verificou-se ainda que o IMC aumentava com a idade e estas constatações vão ao encontro do que foi relatado num estudo prévio (Malina et al., 2004), ajudando a justificar os resultados encontrados. De facto, o estado maturacional dos nadadores pode ter um papel preponderante nos resultados encontrados. Segundo Malina et al (2004), o avanço maturacional está diretamente associado a melhores desempenhos motores e assenta na maturação esquelética e características da maturação sexual dos indivíduos.

No presente estudo, verificou-se que os nadadores mais velhos (i.e. Infantis A) eram em média, mais altos, pesados e tinham maior IMC comparativamente com o escalão mais novo (i.e. Infantis B) e que apresentavam consequentemente melhores resultados na maioria das variáveis de rendimento analisadas. Também, e de acordo com Bohme (2004), a maturação do sujeito tem como resultado as alterações morfológicas que atingem o seu auge durante a puberdade. Estas alterações ocorrem e compreendem a maioria dos órgãos e estruturas corporais. Nesse sentido, a evolução do desempenho motor em crianças e adolescentes está vigorosamente associada a essas etapas de crescimento e desenvolvimento das crianças no escalão etário em estudo (i.e. Escalão Infantis) e aparenta ter um impacto significativo no desempenho nas provas de 50m e 400m livres tal como reportado no presente trabalho. Para além disso, um estudo anterior (Fernandes et al., 2002b) concluiu que as variáveis em análise (i.e, altura, massa

corporal, índice de massa corporal e envergadura), se alteram de um escalão para o outro, acompanhando a evolução da idade cronológica e influenciando a performance. Ou seja, o desempenho desportivo é afetado de acordo com a idade cronológica, que por sua vez possui uma correlação forte com a altura e com a envergadura do nadador, porque quanto mais expressivas forem estas medidas, melhor será a sua performance, uma vez que estas se apresentam como alavancas biomecânicas, de fundamental importância para a nataçã(Cabral et al., 2008;(Pacheco et al., 2009).

A relação entre as características antropométricas e o desempenho na nataçã já havia sido alvo de interesse anteriormente(Lätt et al., 2010; Morais et al., 2012; Negra et al., 2015) e o presente trabalho vem ajudar a enfatizar a importância da associaçã entre características e desempenho na nataçã em jovens nadadores, que pode ser um fator importante para a identificaçã de talentos e processos de desenvolvimento a longo prazo. Uma investigaçã recente (Morais et al., 2017), sugeriu que as características antropométricas estavam entre os fatores críticos usados como indicadores para a detecçã de talento. De facto, sendo a antropometria fundamentalmente controlada por marcadores genéticos(Issurin, 2017), será menos suscetível ao treino, comparativamente aos atributos de aptidã física (Sammoud et al., 2018b), o que confirma a sua importância para a detecçã de talentos. Por isso mesmo, as características antropométricas tem sido indicadas como um dos fatores mais importantes para os nadadores conseguirem alcançar elevados níveis de desempenho ao longo de toda a sua carreira desde criançã à idade adulta (Geladas et al., 2005;(Lätt et al., 2010).

## **Conclusão**

O presente trabalho pretendeu analisar o impacto das características antropométricas (i.e., altura, massa corporal, índice de massa corporal e envergadura) de jovens nadadores de ambos os sexos, na performance de nado de 50m e 400m livres. Verificou-se, com base nos resultados encontrados, que as características antropométricas têm um impacto fundamental na performance de nadadores jovens. Com efeito, os nadadores masculinos e femininos de idade cronológica mais avançada demonstraram características antropométricas mais vantajosas, permitindo-lhes alcançar melhores resultados. Na comparaçã entre atletas do mesmo género, as diferençãs encontradas parecem resultar de um estado maturacional mais avançado, que neste estudo

acompanhou a idade cronológica, traduzindo-se numa tendência de natural superioridade dos nadadores mais velhos comparativamente aos mais novos e pertencentes ao escalão inferior. Por fim, as diferenças observadas nas provas de 50m e 400m livres, parecem estar relacionadas com a influência que as características antropométricas exercem sobre os parâmetros biomecânicos de nado, fundamentais para o desempenho em natação.

Em futuros estudos será interessante complementar os resultados e a análise do presente estudo com a avaliação precisa do estado maturacional da amostra em estudo.



## Referências bibliográficas

- Anderson, M. E., Hopkins, W. G., Roberts, A. D., & Pyne, D. B. (2006). Monitoring seasonal and long-term changes in test performance in elite swimmers. *European Journal of Sport Science*, 6(3), 145–154. <https://doi.org/10.1080/17461390500529574>
- André, M., Santos, M., Lira, M., Junior, B., Viana, W., Melo, W., Costa, A., Costa, M., Moura, M., & Santos, D. (2012). Estimate of propulsive force in front crawl swimming in young athletes. *Open Access Journal of Sports Medicine*, 20123, 115–120. <https://doi.org/10.2147/OAJSM.S35430>
- Armstrong, N. (2013). Developing of the elite young athlete. *Journal of Physical Activity, Sports and Exercise*, 1(1), 1–8.
- Barbosa, T., Lima, V., Mejias, E., Costa, M., Marinho, D., Garrido, N., Silva, A., & Bragada, J. (2009). A eficiência propulsiva e a performance em nadadores não experts. *Motricidade*, 5(4), 27–43. [https://doi.org/10.6063/motricidade.5\(4\).168](https://doi.org/10.6063/motricidade.5(4).168)
- Barbosa, T. M., Bragada, J. A., Reis, V. M., Marinho, D. A., Carvalho, C., & Silva, A. J. (2010). Energetics and biomechanics as determining factors of swimming performance: Updating the state of the art. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 13(2), 262–269. <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2009.01.003>
- Berger, M. A. M., Hollander, A. P., & De Groot, G. (1997). Technique and energy losses in front crawl swimming. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 29(11), 1491–1498. <https://doi.org/10.1097/00005768-199711000-00016>
- Beunen, G., & Malina, R. M. (2008). Growth and biologic maturation: Relevance to athletic performance. *The Young Athlete*, 3–17. <https://doi.org/10.1002/9780470696255.ch1>
- Böhme, M. T. S. (2004). Resistência aeróbia de jovens atletas mulheres com relação à maturação sexual, idade e crescimento. *Rev. Bras. Cine. Des. Hum. ISSN*, 1415, 8426.
- Bond, D., Goodson, L., Oxford, S., Nevill, A., & Duncan, M. (2015). The Association between Anthropometric Variables, Functional Movement Screen Scores and 100 m Freestyle Swimming Performance in Youth Swimmers. *Sports*, 3(1), 1–11. <https://doi.org/10.3390/sports3010001>
- Cabral, V., Mansoldo, A. C., & Perrou, J. (2008). Maturação sexual e desempenho físico em nadadores de 11 a 14 anos de idade. *Efdeportes (Revista Digital). A*, 12.
- Caputo, F., Lucas, R. D. de, Greco, C. C., & Denadai, B. S. (2000). Características da braçada em diferentes distâncias no estilo crawl e correlações com a performance. *Rev. Bras. Ciênc. Mov*, 8(3), 7–13. <https://doi.org/10.18511/rbcm.v8i3.363>
- Charmas, M., & Gromisz, W. (2019). Effect of 12-week swimming training on body composition in young women. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 16(3), 346. <https://doi.org/10.3390/ijerph16030346>
- Chollet, D., Chalies, S., & Chatard, J. C. (2000). A new index of coordination for the crawl: Description and usefulness. *International Journal of Sports Medicine*, 21(1), 54–59. <https://doi.org/10.1055/s-2000-8855>
- Cohen, J. (2013). Statistical Power Analysis for the Behavioral Sciences. In *Statistical Power Analysis for the Behavioral Sciences*. Academic press. <https://doi.org/10.4324/9780203771587>

- Costill, D. L., Kowaleski, J., Porter, D., Kirwan, J., Fielding, R., & King, D. (1985). Energy expenditure during front crawl swimming: Predicting success in middle-distance events. *International Journal of Sports Medicine*, 6(5), 266–270. <https://doi.org/10.1055/s-2008-1025849>
- Craig, A. B., & Pendeegast, D. R. (1979). Relationships of stroke rate, distance per stroke, and velocity in competitive swimming. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 11(3), 278–283. <https://doi.org/10.1249/00005768-197901130-00011>
- Erlandson, M. C., Sherar, L. B., Mirwald, R. L., Maffulli, N., & Baxter-Jones, A. D. G. (2008). Growth and maturation of adolescent female gymnasts, swimmers, and tennis players. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 40(1), 34–42. <https://doi.org/10.1249/mss.0b013e3181596678>
- Fernandes, R., Aleixo, I., Soares, S., & Vilas-Boas, J. P. (2008). Anaerobic critical velocity: a new tool for young swimmers training advice. *Physical Activity and Children: New Research*, 211–223.
- Fernandes, R., Barbosa, T., & Vilas-Boas, J. P. (2002a). Determinant kinantropometric factors in swimming. *Revista Brasileira de Cineantropometria e Desempenho Humano*, 4(1), 67–79. <https://doi.org/10.5007/%x>
- Fernandes, R., Barbosa, T., & Vilas-Boas, J. P. (2002b). Fatores cineantropométricos determinantes em natação pura desportiva. *Revista Brasileira de Cineantropometria e Desempenho Humano*, 4(1), 67–79.
- Franken, M., Pivetta, F., & Antônio De Souza, F. (2007). Cinematica do nado crawl, características antropométricas e flexibilidade de nadadores universitários. *Cbce*, 15, 8.
- Geladas, N. D., Nassis, G. P., & Pavlicevic, S. (2005). Somatic and physical traits affecting sprint swimming performance in young swimmers. *International Journal of Sports Medicine*, 26(2), 139–144. <https://doi.org/10.1055/s-2004-817862>
- Greco, C. C., & Denadai, B. S. (2005). Critical speed and endurance capacity in young swimmers: Effects of gender and age. *Pediatric Exercise Science*, 17(4), 353–363. <https://doi.org/10.1123/pes.17.4.353>
- Hopkins, W. G., Marshall, S. W., Batterham, A. M., & Hanin, J. (2009). Progressive statistics for studies in sports medicine and exercise science. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 41(1), 3–12. <https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e31818cb278>
- Issurin, V. B. (2017). Evidence-Based Prerequisites and Precursors of Athletic Talent: A Review. *Sports Medicine (Auckland, N.Z.)*, 47(10), 1993–2010. <https://doi.org/10.1007/s40279-017-0740-0>
- Jürimäe, J., Haljaste, K., Cicchella, A., Lätt, E., Purge, P., Leppik, A., & Jürimäe, T. (2007). Analysis of swimming performance from physical, physiological, and biomechanical parameters in young swimmers. *Pediatric Exercise Science*, 19(1), 70–81. <https://doi.org/10.1123/pes.19.1.70>
- Keskinen, K. L., Komi, P. V., & Rusko, H. (1989). A comparative study of blood lactate tests in swimming. *International Journal of Sports Medicine*, 10(3), 197–201. <https://doi.org/10.1055/s-2007-1024900>
- Kwon, Y. H., & Casebolt, J. B. (2006). Effects of light refraction on the accuracy of camera calibration and reconstruction in underwater motion analysis. *Sports Biomechanics*, 5(2), 315–340. <https://doi.org/10.1080/14763140608522881>
- Lätt, E., Jürimäe, J., Haljaste, K., Cicchella, A., Purge, P., & Jürimäe, T. (2009).

- Longitudinal development of physical and performance parameters during biological maturation of young male swimmers. *Perceptual and Motor Skills*, 108(1), 297–307. <https://doi.org/10.2466/PMS.108.1.297-307>
- Lätt, E., Jürimäe, J., Mäestu, J., Purge, P., Rämson, R., Haljaste, K., Keskinen, K. L., Rodriguez, F. A., & Jürimäe, T. (2010). Physiological, biomechanical and anthropometrical predictors of sprint swimming performance in adolescent swimmers. *Journal of Sports Science and Medicine*, 9(3), 398–404. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24149633>
- Leone, M., Lariviere, G., & Comtois, A. S. (2002). Discriminant analysis of anthropometric and biomotor variables among elite adolescent female athletes in four sports. *Journal of Sports Sciences*, 20(6), 443–449.
- Malina, R. M., Bouchard, C., & Bar-Or, O. (2004). *Growth, maturation, and physical activity*. Human kinetics.
- Malina, R. M., & Geithner, C. A. (2011). Body composition of young athletes. *American Journal of Lifestyle Medicine*, 5(3), 262–278.
- Marfell-Jones, M., Olds, T., Stewart, A. D., & Lindsay Carter, J. E. (2006). International Standards for Anthropometric Assessment. In *The International Society for the Advancement of Kinanthropometry* (Vol. 137).
- Marinho, Daniel A., Amorim, R. A., Costa, A. M., Marques, M. C., Pérez-Turpin, J. A., & Neiva, H. P. (2011). “Anaerobic” critical velocity and swimming performance in young swimmers. *Journal of Human Sport and Exercise*, 6(1), 80–86. <https://doi.org/10.4100/jhse.2011.61.09>
- Marinho, Daniel Almeida, Rouboa, A. I., Alves, F. B., Garrido, N. D., Vilas-Boas, J. P., Barbosa, T. M., Reis, V. M., Moreira, A., & Silva, A. J. (2007). Modelos Propulsivos: Novas teorias velhas polémicas. In *Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro* (p. 205). Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro.
- Martínez, S., Pasquarelli, B. N., Romaguera, D., Arasa, C., Tauler, P., & Aguiló, A. (2011). Anthropometric characteristics and nutritional profile of young amateur swimmers. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 25(4), 1126–1133. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3181d4d3df>
- Morais, J. E., Garrido, N. D., Marques, M. C., Silva, A. J., Marinho, D. A., & Barbosa, T. M. (2013). The influence of anthropometric, kinematic and energetic variables and gender on swimming performance in youth athletes. *Journal of Human Kinetics*, 39(1), 203–211. <https://doi.org/10.2478/hukin-2013-0083>
- Morais, J. E., Jesus, S., Lopes, V., Garrido, N., Silva, A., Marinho, D., & Barbosa, T. M. (2012). Linking selected kinematic, anthropometric and hydrodynamic variables to young swimmer performance. *Pediatric Exercise Science*, 24(4), 649–664. <https://doi.org/10.1123/pes.24.4.649>
- Morais, J. E., Silva, A. J., Marinho, D. A., Lopes, V. P., & Barbosa, T. M. (2017). Determinant factors of long-term performance development in young swimmers. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 12(2), 198–205. <https://doi.org/10.1123/ijsp.2015-0420>
- Negra, Y., Chaabene, H., Hammami, M., Khelifa, R., Gabbet, T., & Hachana, Y. (2015). Allometric scaling and age related differences in change of direction speed performances of young soccer players. *Science&sport*. <https://doi.org/10.1016/j.scispo.2015.10.003>
- Neiva, H. P., Marques, M. C., Barbosa, T. M., Izquierdo, M., & Marinho, D. A. (2014).

- Warm-up and performance in competitive swimming. *Sports Medicine*, 44(3), 319–330. <https://doi.org/10.1007/s40279-013-0117-y>
- Nevill, A. M., Oxford, S. W., & Duncan, M. J. (2015). Optimal body size and limb length ratios associated with 100-m personal-best swim speeds. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 47(8), 1714–1718. <https://doi.org/10.1249/MSS.0000000000000586>
- Pacheco, A. G., Grossl, T., Mann, L., & Kleinpaul, J. (2009). Variáveis antropométricas e sua influência no desempenho de provas de 50 e 400 metros nado livre. *EFDportes. Com, Buenos Aires, Ano, 14*.
- Reis, V., Barbosa, T., Marinho, D., Barbosa, F., Reis, A., Silva, A., & Baldari, C. (2010). Physiological determinants of performance in breaststroke swimming events. *International SportMed Journal*, 11.
- Rodrigues, M. N., Silva, S. C. da, Monteiro, W. D., & Farinatti, P. de T. V. (2001). Estimativa da gordura corporal através de equipamentos de bioimpedância, dobras cutâneas e pesagem hidrostática. *Revista Brasileira de Medicina Do Esporte*, 7(4), 125–131.
- Sammoud, S., Nevill, A. M., Negra, Y., Bouguezzi, R., Chaabene, H., & Hachana, Y. (2018a). Allometric associations between body size, shape, and 100-m butterfly speed performance. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 58(5), 630–637. <https://doi.org/10.23736/S0022-4707.17.07480-1>
- Sammoud, S., Nevill, A. M., Negra, Y., Bouguezzi, R., Chaabene, H., & Hachana, Y. (2018b). 100-m breaststroke swimming performance in youth swimmers: The predictive value of anthropometrics. *Pediatric Exercise Science*, 30(3), 393–401. <https://doi.org/10.1123/pes.2017-0220>
- Schneider, P., & Meyer, F. (2005). Avaliação antropométrica e da força muscular em nadadores pré-púberes e púberes. *Revista Brasileira de Medicina Do Esporte*, 11(4), 209–213. <https://doi.org/10.1590/s1517-86922005000400001>
- Scorțenschi, D. (2019). Development of speed qualities by improving swimming technique elements using technical means. *Știința Culturii Fizice*, 1(33), 79–82.
- Toussaint, H. M., & Beek, P. J. (1992). Biomechanics of Competitive Front Crawl Swimming. *Sports Medicine: An International Journal of Applied Medicine and Science in Sport and Exercise*, 13(1), 8–24. <https://doi.org/10.2165/00007256-199213010-00002>
- Toussaint, H. M., Carol, A., Kranenborg, H., & Truijens, M. J. (2006). Effect of fatigue on stroking characteristics in an arms-only 100-m front-crawl race. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 38(9), 1635–1642. <https://doi.org/10.1249/01.mss.0000230209.53333.31>
- Vantorre, J., Chollet, D., & Seifert, L. (2014). Biomechanical analysis of the swim-start: A review. *Journal of Sports Science and Medicine*, 13(2), 223–231.
- Wells, G. D., Schneiderman-Walker, J., & Plyley, M. (2006). Normal physiological characteristics of elite swimmers. *Pediatric Exercise Science*, 18(1), 30–52. <https://doi.org/10.1123/pes.18.1.30>
- Zuniga, J., Housh, T. J., Michelle, M., Hendrix, C. R., Camic, C. L., Johnson, G. O., Housh, D. J., & Schmidt, R. J. (2011). Gender comparisons of anthropometric characteristics of young sprint swimmers. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 25(1), 103–108. <https://doi.org/10.1519/JSC.obo13e3181b62bf7>